

表層型メタンハイドレートの研究開発 2020年度 一般成果報告会

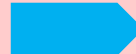



環境影響評価研究の概要

環境影響評価の進め方と調査の進捗状況

国立研究開発法人産業技術総合研究所
環境創生研究部門 環境生理生態研究グループ
鈴村 昌弘

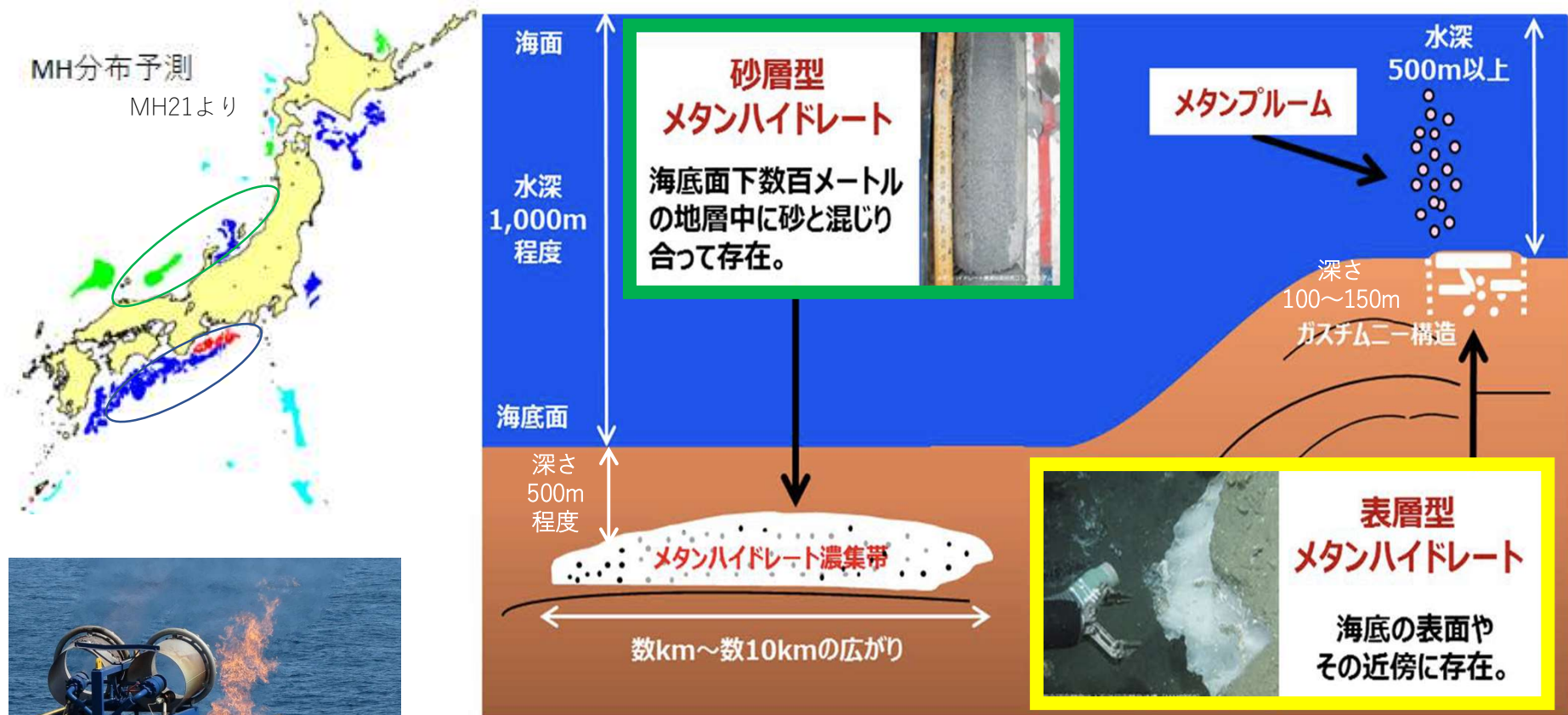
本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施した。

表層型MH「環境影響評価」に係る工程表

年度	2019	2020	2021	2022
イ) 環境影響評価手法の研究				
① 技術・社会動向調査				
② 表層型メタンハイドレート賦存海域の特性解明				
ロ) 海域環境調査				
① 表層型メタンハイドレート賦存海域における環境パラメータ調査				
② 環境ベースライン観測及び環境モニタリング手法の高度化・標準化				

国立研究開発法人産業技術総合研究所「表層型メタンハイドレートの研究開発（2019-2022年度）実行計画」より

砂層型MHと表層型MH



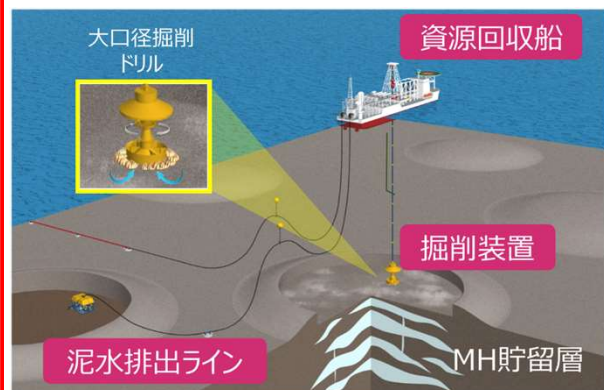
砂層型MHの海洋産出試験
(2013年/2017年)

砂層型MH：海底油田・天然ガス開発の既存技術が応用可能
 表層型MH：全く新しい産出技術・環境影響評価が必要

★ 自然環境に直接手を加える海洋の大規模な産業利用技術

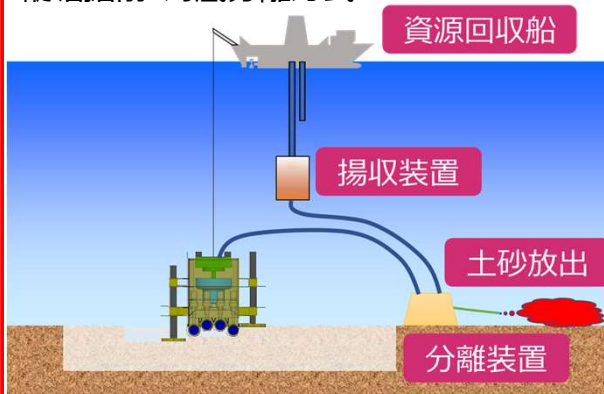
海底環境を直接攪乱

大口径ドリル掘削・海上分離方式



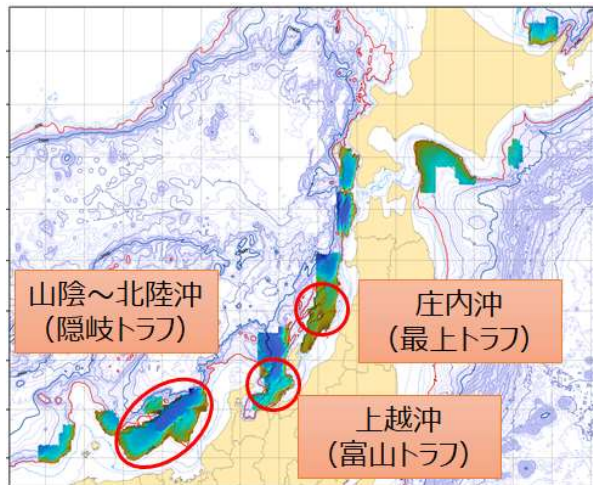
三井E&S造船(株)、清水建設(株)、日本大学

縦堀掘削・海底分離方式



三菱造船・清水建設・(国研) 海上・港湾・航空技研

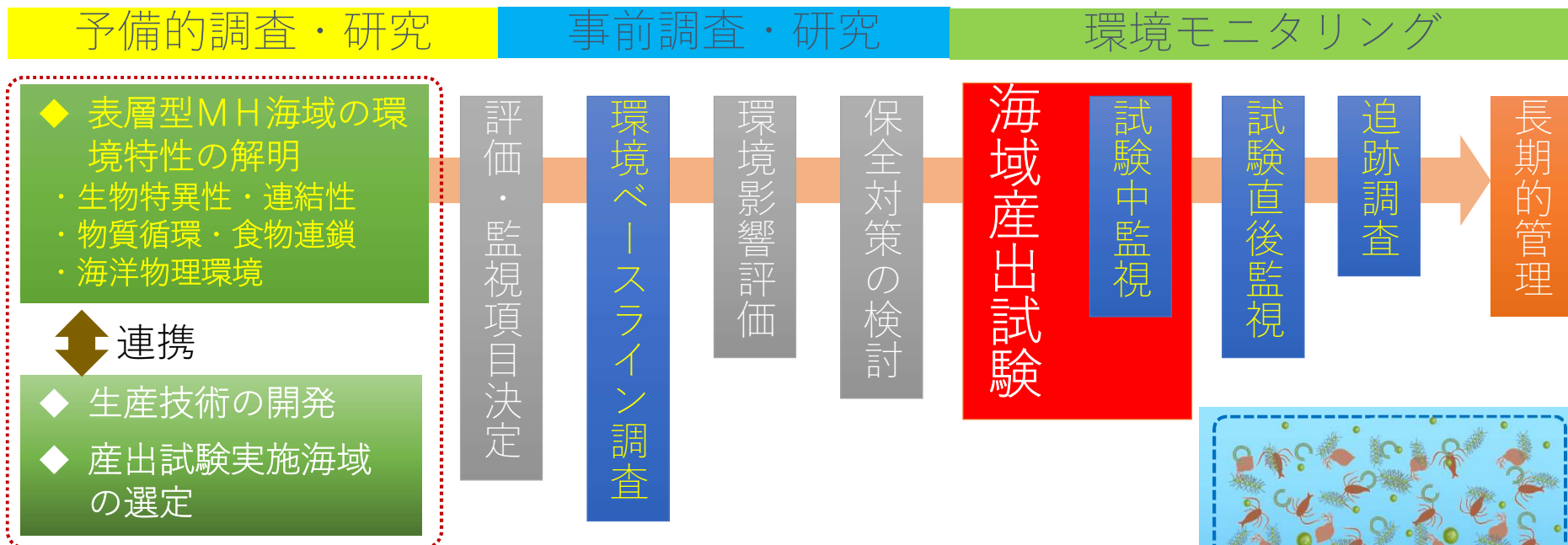
他の産業・社会に近接



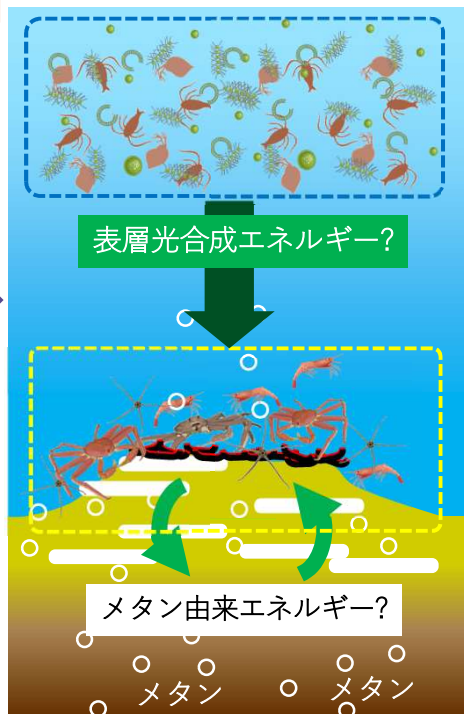
希少な化学合成生態系



表層型MHの環境影響評価の進め方と課題



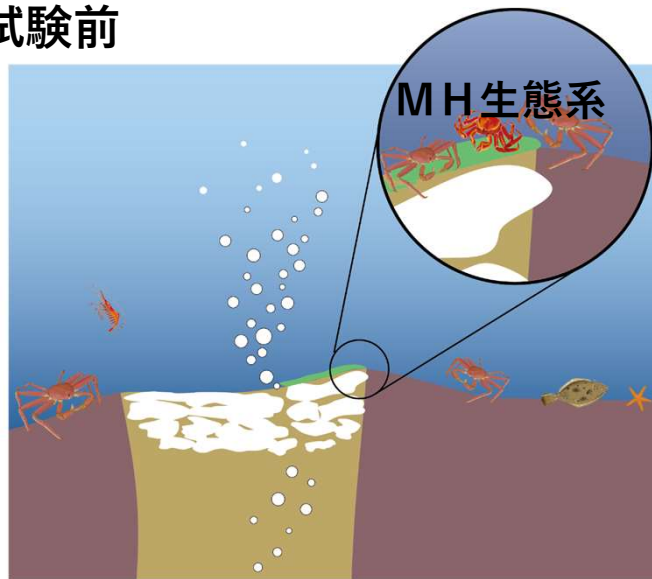
1. 予備的調査・研究：
表層型MHはそもそもどんな環境なのか？
 生物特異性・生態系、物質循環・食物連鎖、海洋物理環境の解明
2. 事前調査・研究
開発によってどんな影響が生じるか？
 影響予測、評価・監視項目決定、環境ベースライン調査
3. 環境モニタリング（試験に伴う影響監視）
生じる影響をどう監視するか？
 事中・事後・追跡調査、長期的管理



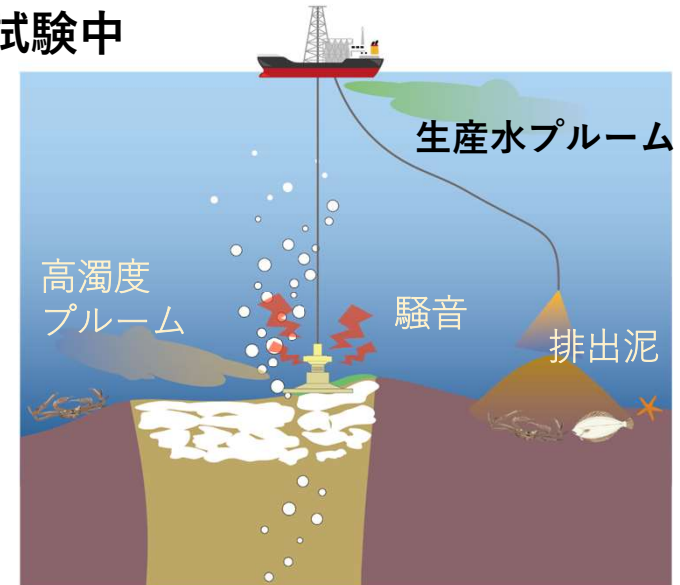
海底生物群集のエネルギー源は？

環境影響シナリオ

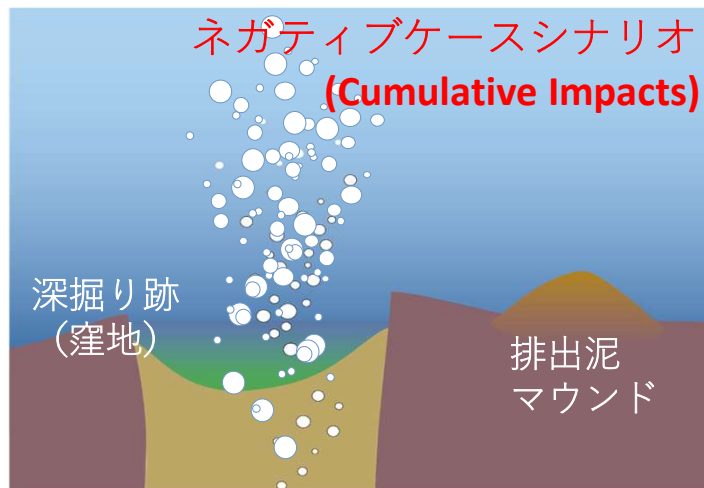
試験前



試験中



試験終了後-1

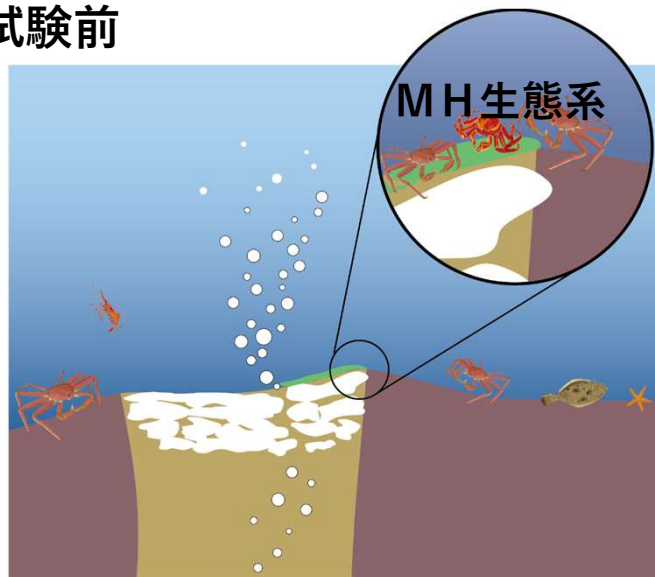


試験終了後-2

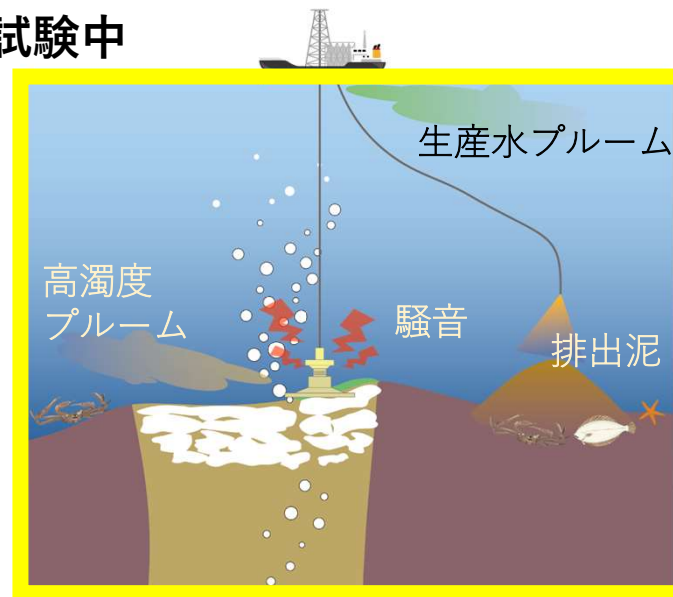


産出試験における短期的懸念事項

試験前

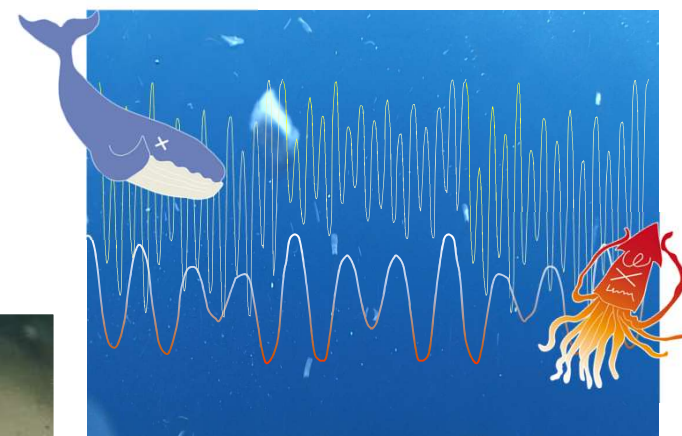


試験中



生産試験中の懸念事項

- 高濁度プルーム・生産水プルーム曝露
海底攪乱による泥の巻き上がり
ハイドレートの分解で生じる生産水（硫化水素・金属など）
- 海中騒音（・海中光害）
海洋生物の生理生態・摂餌行動等に未知の影響



Ocean noise pollution
(海中騒音)

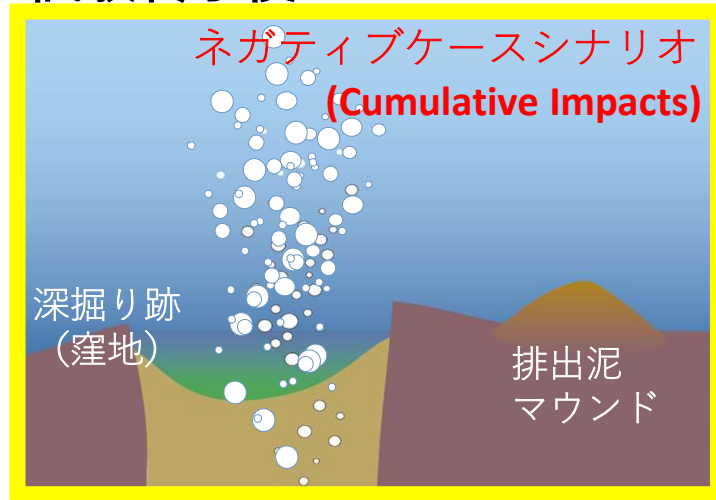
近年、海底鉱物資源開発における重要な環境影響評価項目として注目されている



ROV採泥で発生した小規模の高濁度プルーム

産出試験における長期的懸念事項

試験終了後-1

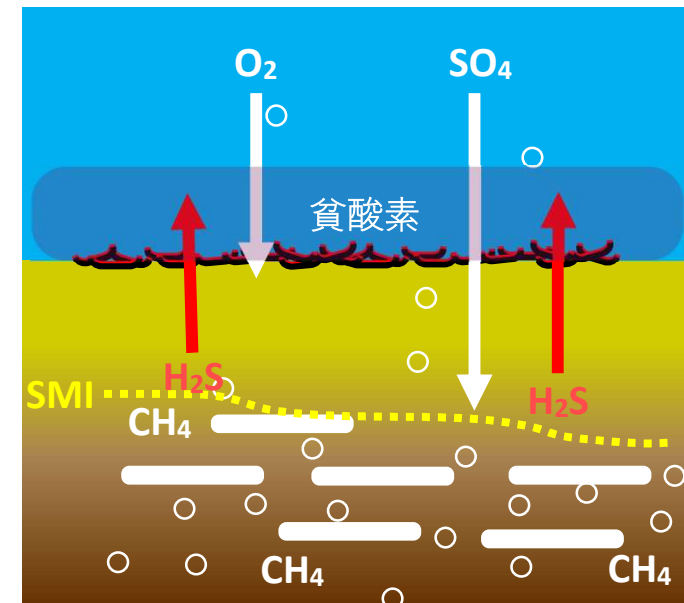


試験終了後-2



ネガティブケースシナリオ

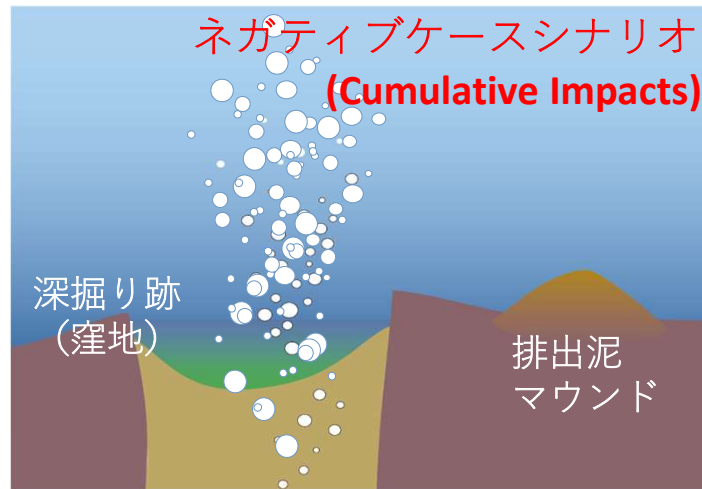
- メタンフラックスの著しい増大
中深層の生物に影響を及ぼす可能性
大気へのメタン放出の増大（地球温暖化係数がCO₂の25倍）
- 排出泥マウンドの形成
底質の性状変化に伴う生息場所の消失
- 深掘り跡（窪地）の形成
流動場の変化に伴う海水の滞留
メタンの酸化（溶存酸素の消費と硫化水素の生成）による貧酸素化と青潮（硫化水素）発生



窪地内での貧酸素水塊と硫化水素の発生

産出試験における長期的懸念事項

試験終了後－1



試験終了後－2

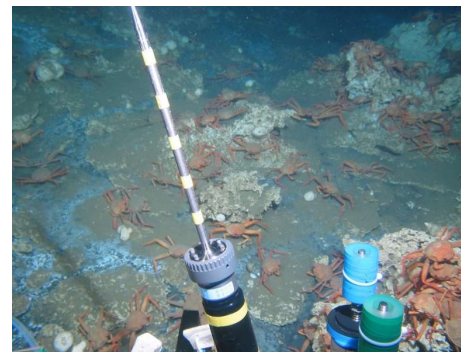


ポジティブケースシナリオ

- 海底地形の多様化
傾斜地（窪地・マウンド）や岩石露頭による生息場所の拡大
- ハイドレートの再形成
メタンハイドレート生態系の再生

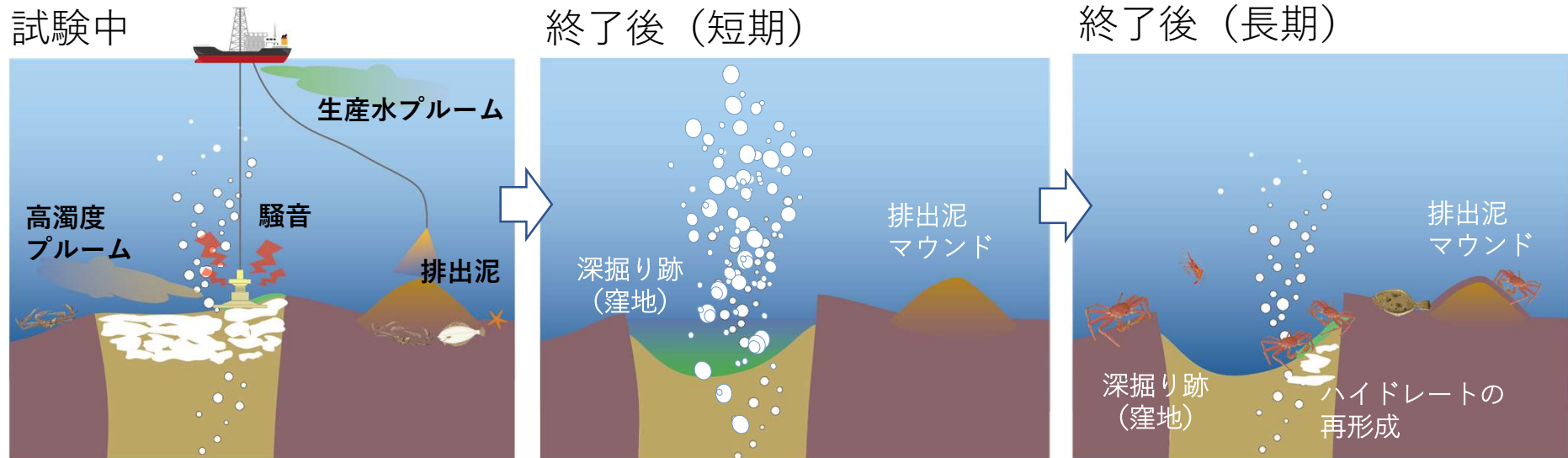


上越沖ROV観測写真



最上トラフROV観測写真

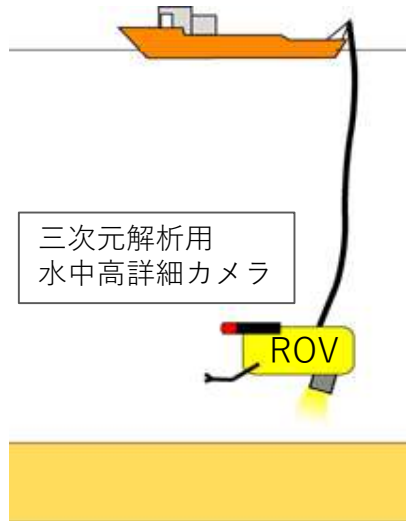
環境影響評価研究の目標



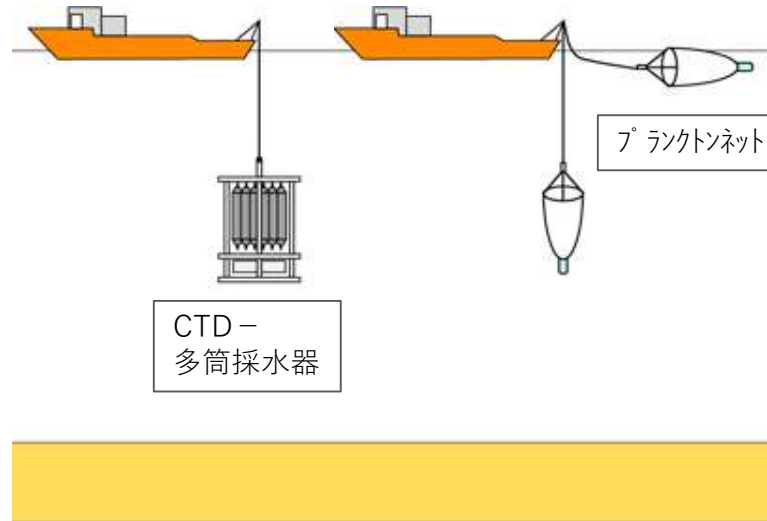
1. 産出試験によって生じる影響を予測し、影響を最小限に抑える方策を検討する（**生産技術の検討・試験海域の選定と連携**）
2. 試験中に生じる環境影響を**監視（モニタリング）**する適切な手法を構築する
3. 生じた環境変動が試験の影響であるのか自然変動であるのかを評価し、前者の場合に適切な**緩和策・修復策**を検討する
4. 事業終了後もモニタリングを継続し、**短期から長期的な環境変動**を把握する
5. 懸念の回避だけでなく**ポジティブケースの実現を目指す**評価・長期的管理の方策を検討する

海域環境調査の内容と実施状況

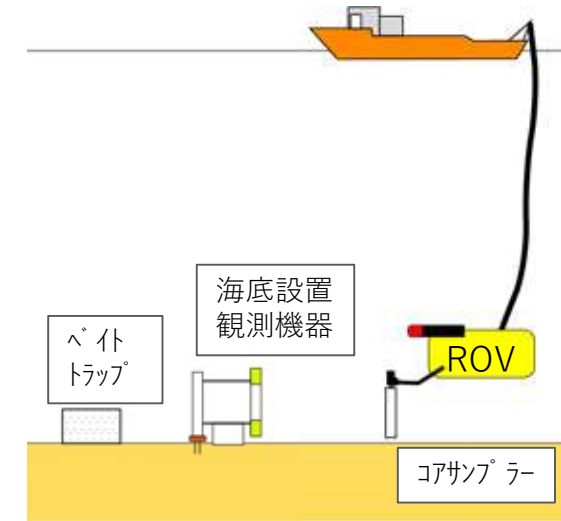
(A) 海底画像マッピング



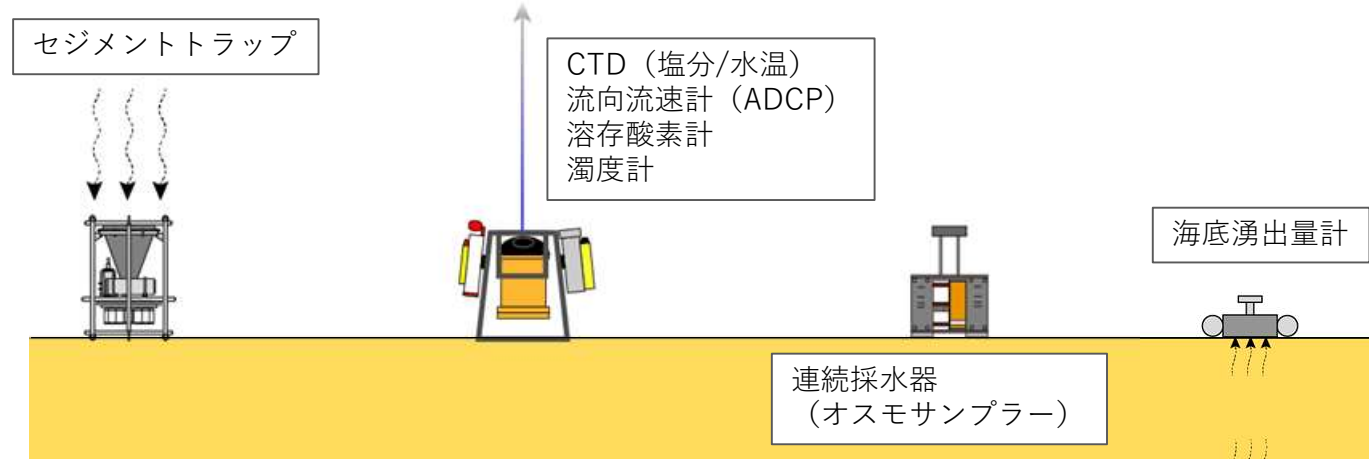
(B) 海洋観測



(C) 海底環境調査

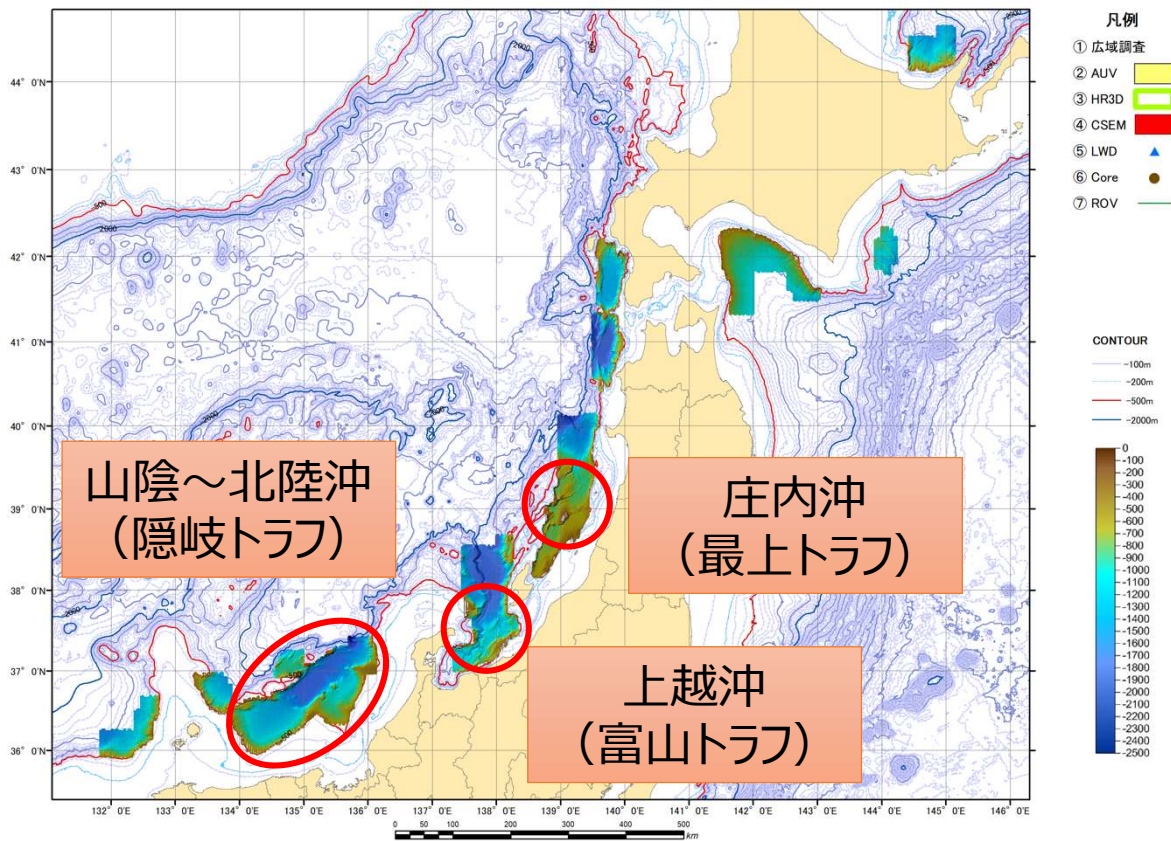


(D) 海底環境の長期モニタリング



海域環境調査の内容と実施状況

海洋調査・海域環境調査の実施予定海域

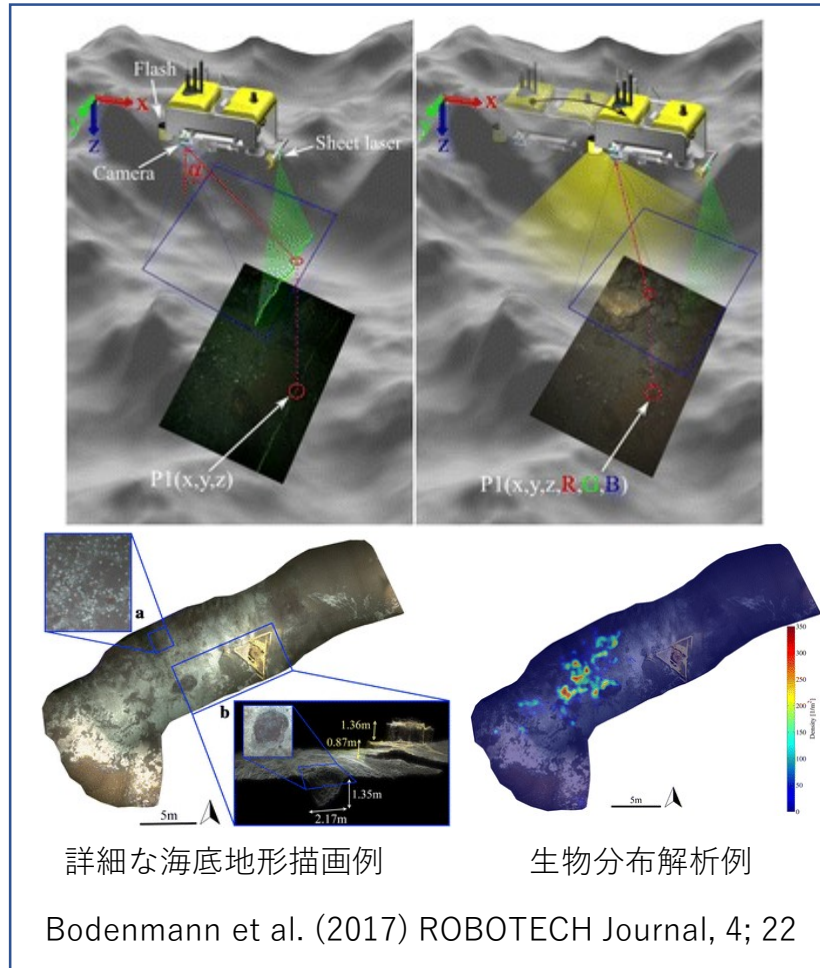
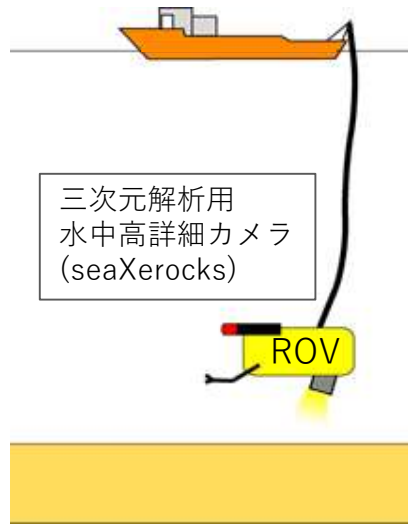


2020年度 庄内沖(最上トラフ) 実施済・実施中

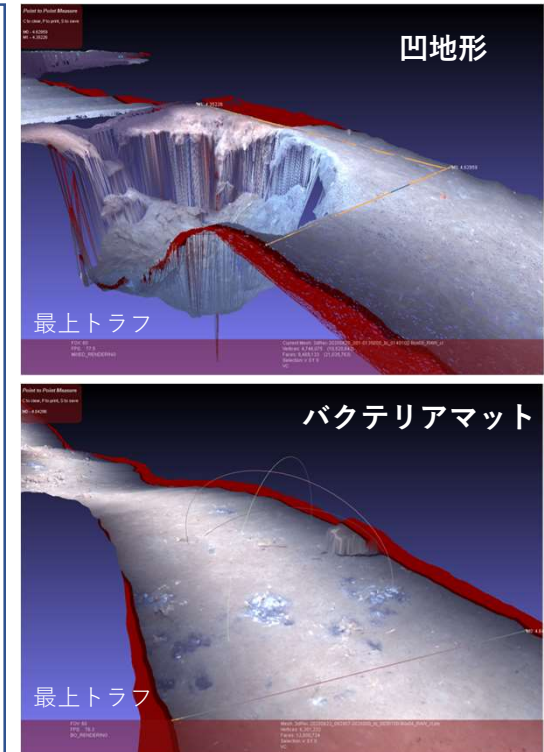
上越沖(富山トラフ) 計画中
山陰～北陸沖(隠岐トラフ) 計画中

産総研 海域環境調査の内容と目的 – 海底画像マッピング

(A) 海底画像マッピング

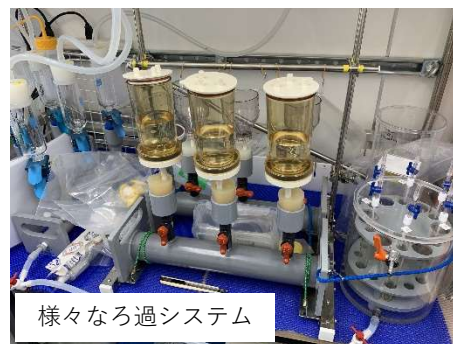
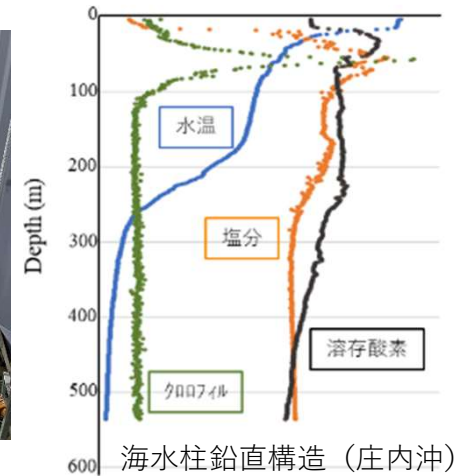
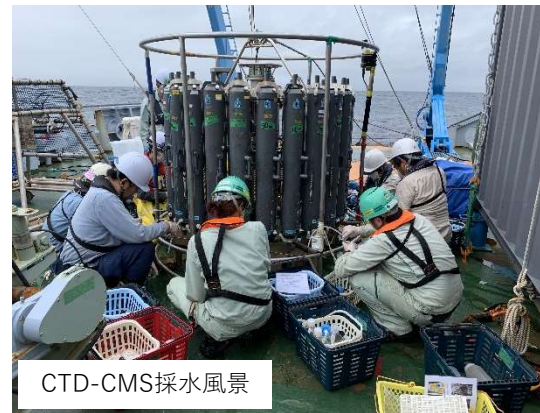
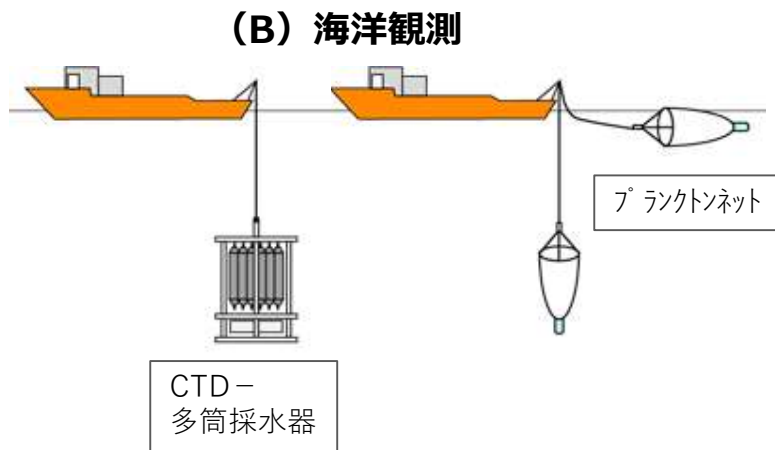


三次元海底詳細画像解析



- 詳細地形データの取得 ⇒ 底層流動・プルーム動態予測
- 面的調査によるバクテリアマットなど特異点の探索 ⇒ 海底環境調査の効率化
- 底生生物の定量化 (AI判定) ⇒ 生息生物の広域・詳細分布把握

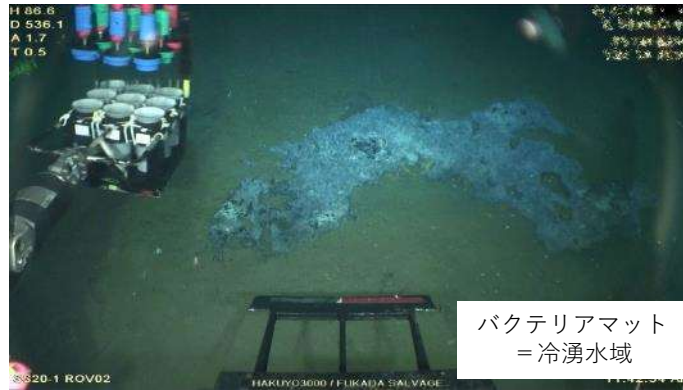
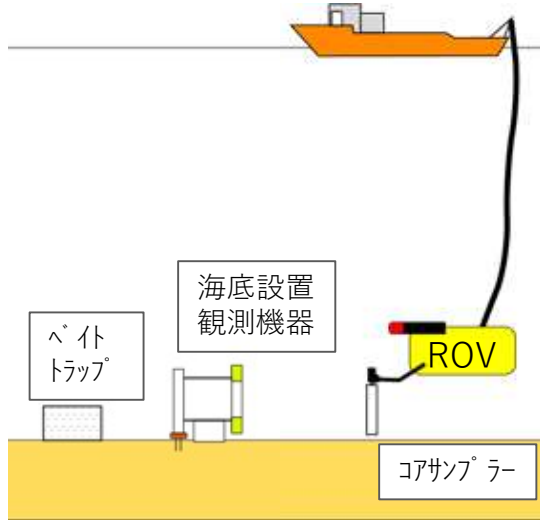
海域環境調査の内容と目的 – 海洋観測



- 海水柱の物理場計測 ⇒ 生産水プルーム動態予測
- 採水：化学・生化学分析 ⇒ 環境ベースライン（水質）
- プランクトンネット・一次生産速度計測 ⇒ 環境ベースライン（生物群集動態解析）

産総研 海域環境調査の内容と目的 – 海底環境 (物質循環)

(C) 海底環境調査



ROV はくよう3000



- 冷湧水域の堆積物の化学・微生物学的な性状を評価
⇒ MHに関連する物質動態 (炭素・硫黄・重金属) や微生物の役割を詳細に解明

海域環境調査の内容と目的 - 海底環境：生物



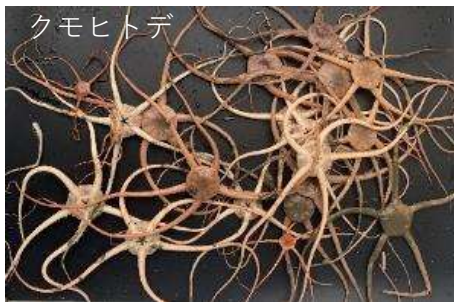
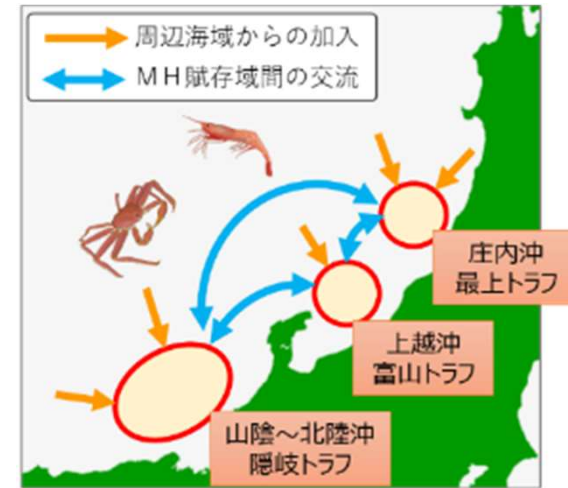
ベイトトラップ



端脚類 (ヨコエビ)



エタノールに固定

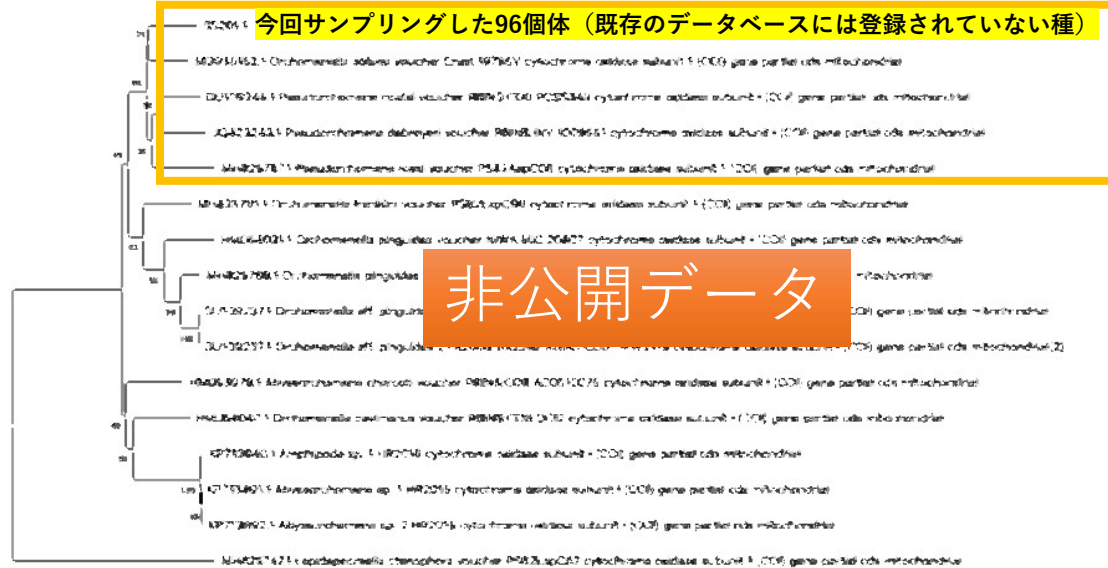


クモヒトデ



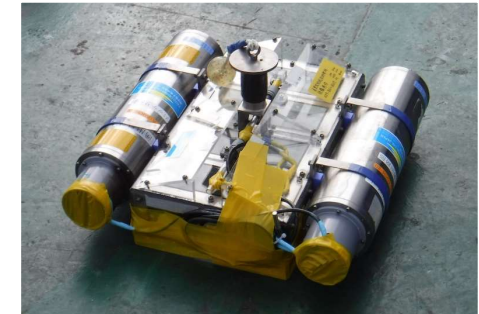
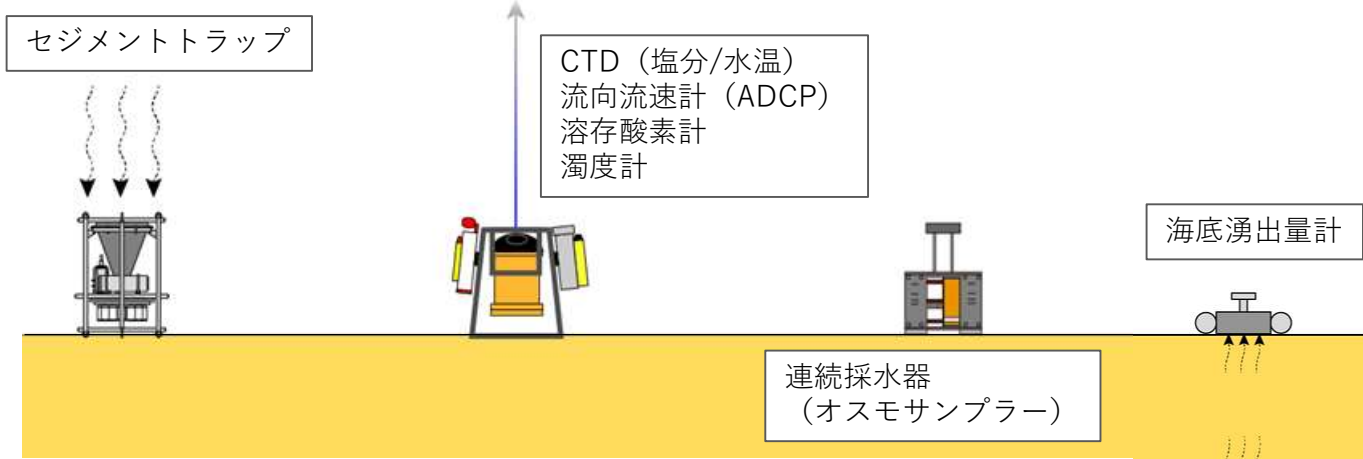
カイメン

今回サンプリングした96個体 (既存のデータベースには登録されていない種)

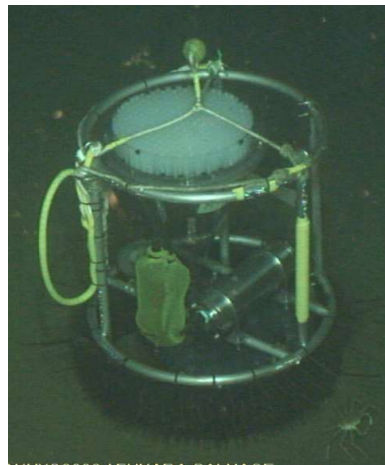


• 遺伝子解析 (ミトコンドリアCOI、SNPs)
⇒ MH賦存域の生物特異性・多様性・連結性を評価

(D) 海底環境の長期モニタリング



海底湧出量計



セジメントトラップ

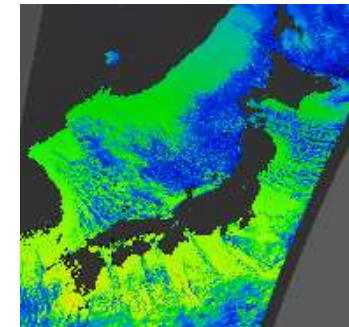


CTD/流向流速計/溶存酸素計/濁度計



オスモサンプラー

リモートセンシングによる長期モニタリング



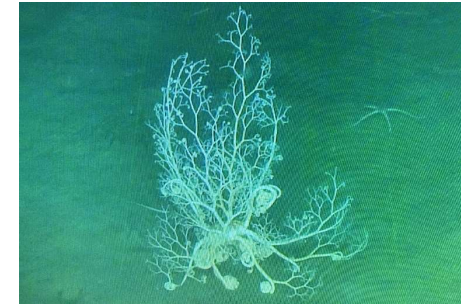
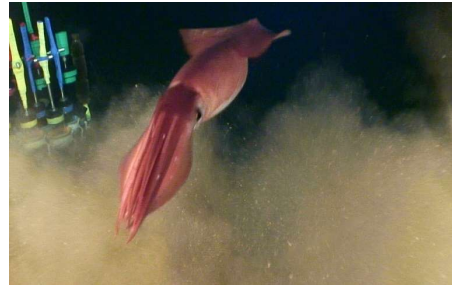
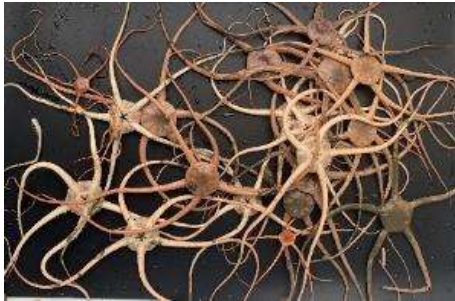
GCOM-C (しきさい) の海面光合成有効放射 (2019/11/20 1:42UTC)
https://www.eorc.jaxa.jp/cgi-bin/jasmes/sgli_nrt/index.cgi/

● 海底環境の状態を通年で把握する ⇒ 季節変動・長期変動

SS20-1(2020年7月) 航海速報

MH賦存域に多様で豊富な生物

⇒ 遺伝子解析中 (特異性・多様性・連結性)



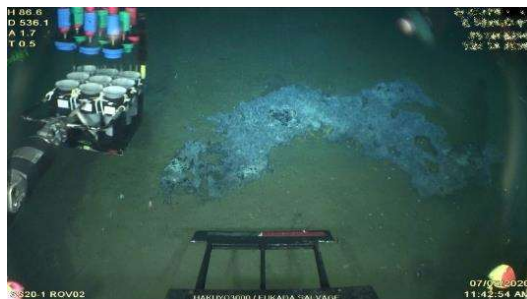
複雑な海底の流れ

⇒ 長期モニタリング (CTD・流速計・濁度計) に期待



バクテリアマットは微生物/化学反応のホットスポット

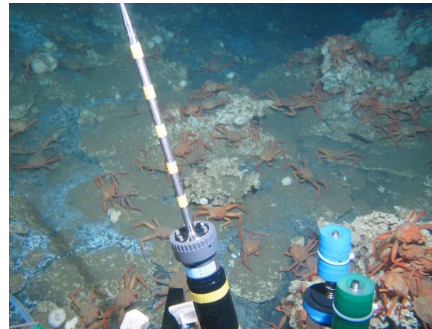
⇒ 環境影響評価にもインパクトのある科学的新知見創出! ?



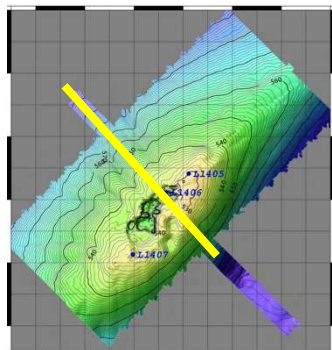
見えてきた課題：表層型MH生態系 ①

従来研究@上越沖
ハイドレートにベニズワイ
ガニが大量に蛸集！

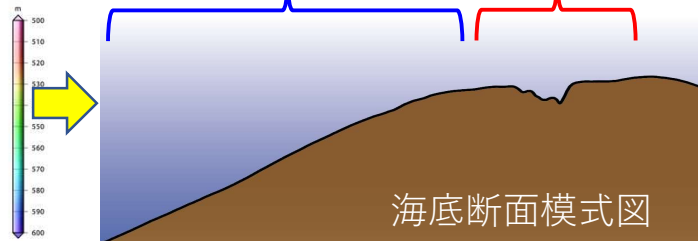
⇒ 表層型MH生態系？



最上トラフの観測では？

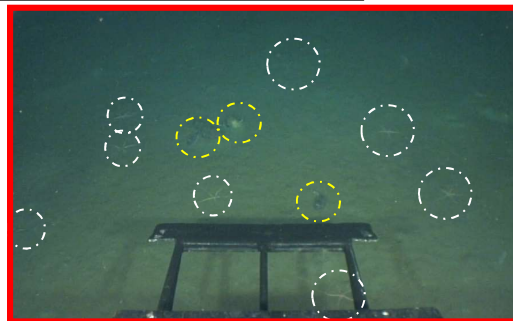


平坦でなだらかな斜面 MH賦存域の窪地



海底断面模式図

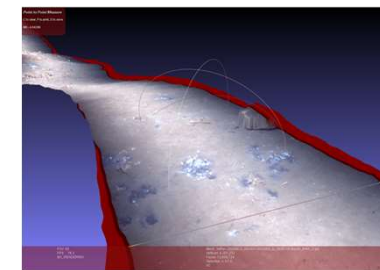
クモヒトデ、バイガイ生息密度 斜面 << 窪地



- 周辺の海底に比べてMH賦存域近傍で生物量が圧倒的に多い！？
- 多いとしたらなぜか？



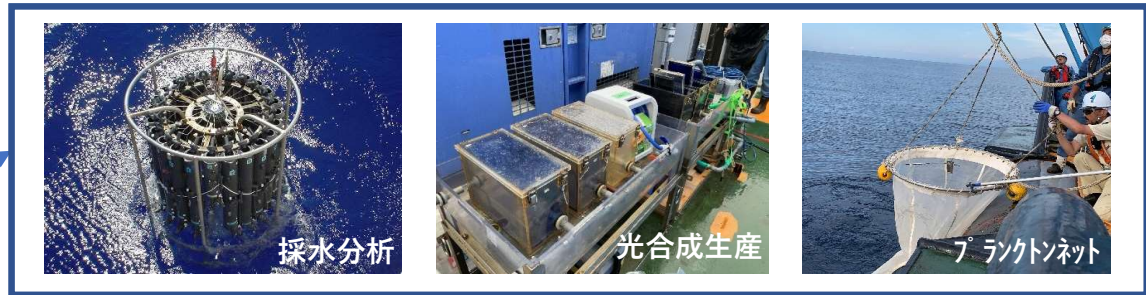
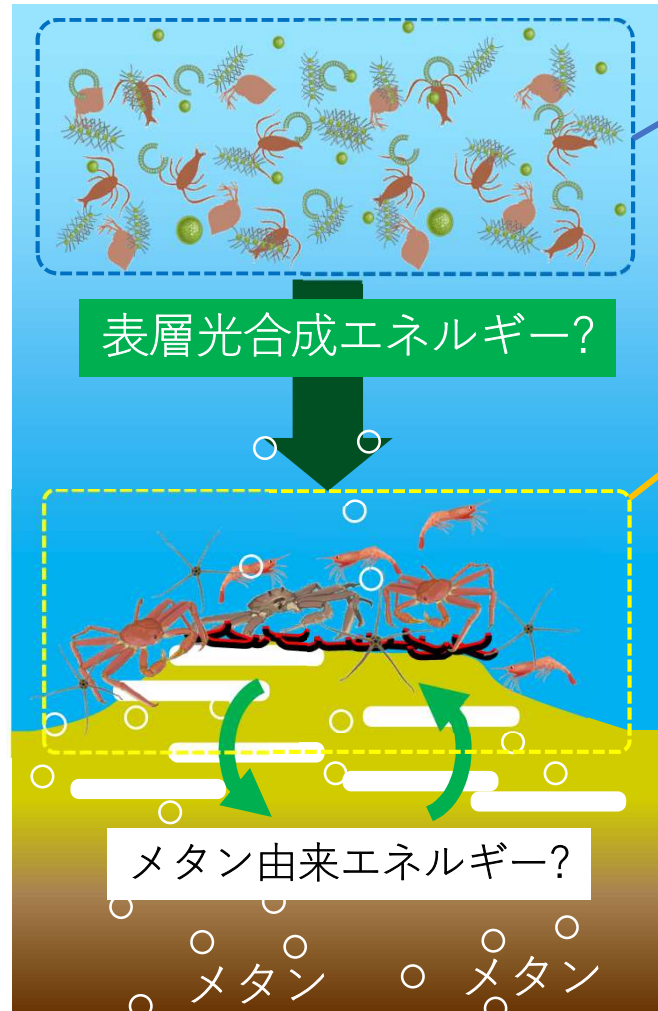
効率的な広域生物量分布を把握するためのベースライン調査手法の高度化



三次元海底詳細画像解析 (seaXerocks + AI解析など)

見えてきた課題：表層型MH生態系 ②

MH賦存域の生態系と物質循環



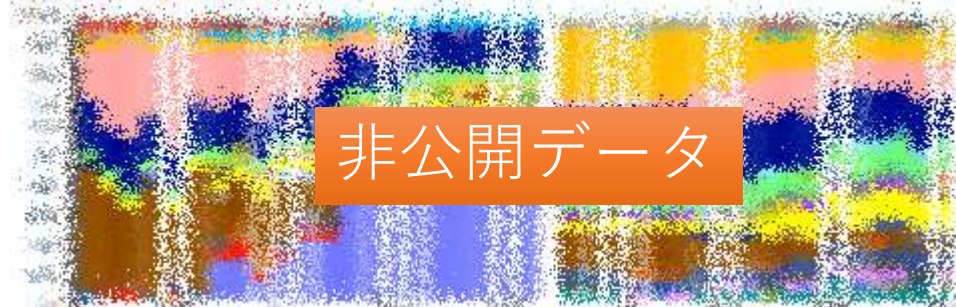
各種の化学/生化学分析・解析

有機物の安定同位体：食物網解析

種々の化学分析：鍵となる反応・物質を抽出

網羅的遺伝子解析：鍵となる微生物群集を抽出

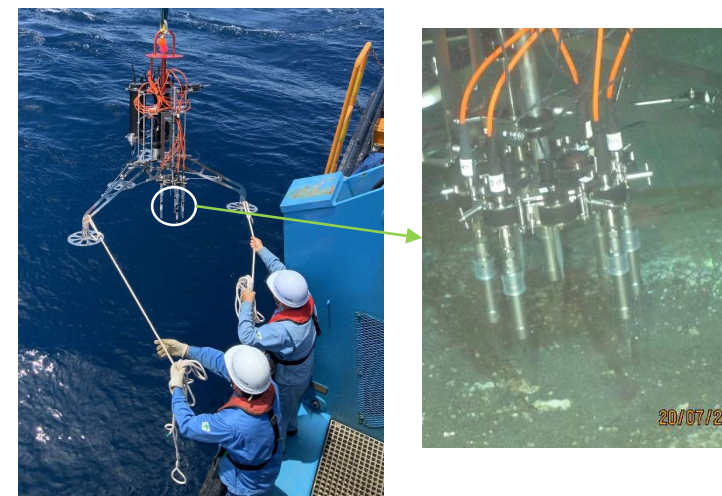
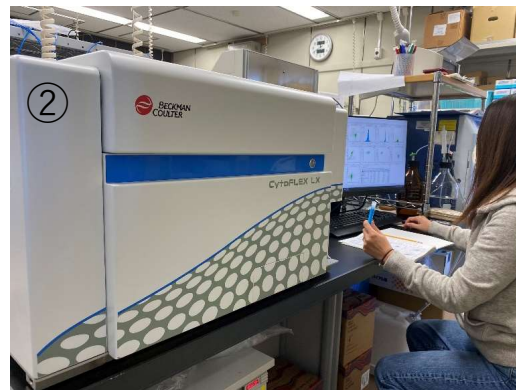
堆積物コアの細菌・古細菌群集構造解析結果（MH賦存域）



バクテリアマット内

バクテリアマット外

その他の調査・研究手法の高度化




マイクロ電極を用いた堆積物表面の微細化学性状の分析（ラボ及び現場）



飼育水槽に収容したキタクシノハクモヒトデ
大型水槽による曝露試験：
濁度・メタン・貧酸素・など



- ① HPLC-ICP-MS (形態別微量金属分析)
- ② フローサイトメーター (群集組成)
- ③ 共焦点反射顕微鏡 (バイオマツト)
- ④ 次世代シーケンサー (遺伝子解析)
- ⑤ GC-IR-質量分析計 (エネルギー・食物網)



本研究は、経済産業省「国内石油天然ガスに係る地質調査・メタンハイドレートの研究開発等事業（メタンハイドレートの研究開発）」の一環として実施しました。

調査航海にご協力いただいた船舶乗組員、調査員の方々並びに関係各位に感謝申し上げます。

ご清聴、ありがとうございました。